

METABOLISME ASAM NUKLEAT: TINJAUAN LITERATUR TENTANG BIOSINTESIS, SALVAGE, KATABOLISME, DAN REGULASI PURIN DAN PIRIMIDIN

Lamtama Robintang Simarmata ,Selli Ronatio Sinaga, Jessica Angelita Lubis,
Renny Cherly Cicilia Sitorus, Kartika Tri Aulia Upara
Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email: lamtamarobintang@gmail.com , sellisng@gmail.com ,
jjessicalubis@gmail.com , rennyciciliasitorus@gmail.com,
Kartikaupara834@gmail.com

ABSTRAK

Asam nukleat merupakan biomolekul penting yang berperan dalam penyimpanan, penyampaian, dan ekspresi informasi genetik. Komponen penyusun asam nukleat berupa nukleotida juga terlibat dalam berbagai proses metabolisme sel sehingga ketersediaannya perlu dipertahankan melalui pengaturan metabolisme nukleotida. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji metabolisme asam nukleat berdasarkan hasil studi pustaka dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Kajian difokuskan pada biosintesis nukleotida melalui jalur *de novo*, jalur *salvage*, katabolisme purin, pembentukan asam urat, metabolisme pirimidin, serta regulasi dan keterkaitannya dengan kondisi biologis. Literatur yang digunakan terdiri atas jurnal nasional dan internasional yang relevan dengan metabolisme asam nukleat. Hasil kajian menunjukkan bahwa metabolisme nukleotida berlangsung melalui jalur yang saling berkaitan untuk mempertahankan ketersediaan nukleotida sesuai kebutuhan sel. Metabolisme purin melibatkan biosintesis, penggunaan kembali melalui jalur *salvage*, dan katabolisme yang pada manusia berhubungan dengan pembentukan asam urat. Sementara itu, metabolisme pirimidin memiliki jalur biosintesis dan degradasi yang berbeda dari purin. Perubahan pada jalur metabolisme tersebut dapat berkaitan dengan berbagai kondisi biologis, termasuk hiperurisemia dan gangguan metabolisme purin. Kajian ini menunjukkan bahwa pemahaman mengenai metabolisme asam nukleat diperlukan untuk melihat keterkaitan antara biosintesis, penggunaan kembali, degradasi, dan regulasi nukleotida dalam sistem biologis.

Kata kunci: Metabolisme asam nukleat; nukleotida; purin; pirimidin; jalur *salvage*.

ABSTRACT

Nucleic acids are important biomolecules involved in the storage, transmission, and expression of genetic information. The nucleotides that constitute nucleic acids are also involved in various cellular metabolic processes, making their availability essential to maintain through regulated nucleotide metabolism. This article

Article History

Received: Oktober 2026
Reviewed: Oktober 2026
Published: Oktober 2026
Plagiarism Checker:
No 234.GT8.,35
.800

Copyright : Author
Publishby :
Trigonometri



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

aims to review nucleic acid metabolism based on a literature study using a descriptive qualitative approach. The review focuses on nucleotide biosynthesis through de novo pathways, salvage pathways, purine catabolism, uric acid formation, pyrimidine metabolism, as well as their regulation and relationships with biological conditions. The literature consisted of relevant national and international scientific articles concerning nucleic acid metabolism. The review shows that nucleotide metabolism involves interconnected pathways that maintain nucleotide availability according to cellular requirements. Purine metabolism involves biosynthesis, recycling through salvage pathways, and catabolism, which in humans is associated with uric acid formation. Meanwhile, pyrimidine metabolism has biosynthetic and degradation pathways that differ from those of purines. Alterations in these metabolic pathways may be associated with various biological conditions, including hyperuricemia and disorders of purine metabolism. This review demonstrates that understanding nucleic acid metabolism is important for describing the relationship between nucleotide biosynthesis, recycling, degradation, and regulation in biological systems.

Keywords: Nucleic acid metabolism; nucleotide; purine; pyrimidine; salvage pathway.

1. PENDAHULUAN

Asam nukleat merupakan salah satu kelompok biomolekul penting dalam sistem biologis yang terdiri atas DNA (deoxyribonucleic acid) dan RNA (ribonucleic acid). Kedua molekul tersebut tersusun atas unit dasar berupa nukleotida. Nukleotida memiliki peran penting sebagai penyusun materi genetik sekaligus berfungsi dalam berbagai proses seluler. Selain menjadi bagian dari DNA dan RNA, nukleotida juga terlibat dalam transfer energi dan berbagai reaksi metabolisme sehingga keberadaannya diperlukan untuk mempertahankan aktivitas sel secara normal (Chandel, 2021).

Metabolisme nukleotida merupakan rangkaian proses yang mengatur pembentukan, penggunaan, dan penguraian nukleotida di dalam sel. Proses tersebut memungkinkan sel mempertahankan ketersediaan nukleotida sesuai dengan kebutuhan metabolisme. Pembentukan nukleotida dapat berlangsung melalui jalur *de novo* dengan menggunakan prekursor metabolik, sedangkan jalur *salvage* memungkinkan komponen nukleotida yang telah tersedia untuk digunakan kembali. Selain itu, nukleotida juga dapat mengalami proses degradasi sehingga keseimbangan antara pembentukan dan penguraian dapat dipertahankan (Chandel, 2021).

Berdasarkan jenis basa nitrogen penyusunnya, nukleotida dibedakan menjadi kelompok purin dan pirimidin. Purin meliputi adenin dan guanin, sedangkan pirimidin meliputi sitosin, timin, dan urasil. Kedua kelompok tersebut memiliki jalur metabolisme yang berbeda, baik dalam proses biosintesis maupun katabolismenya. Biosintesis purin dan pirimidin berlangsung melalui serangkaian reaksi enzimatik yang menghasilkan nukleotida yang dibutuhkan untuk pembentukan DNA dan RNA. Metabolisme tersebut juga mencakup proses anabolisme dan katabolisme yang berperan dalam mempertahankan keseimbangan komponen nukleotida di dalam sel (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

Metabolisme purin memiliki keterkaitan dengan pembentukan asam urat sebagai produk akhir katabolisme purin pada manusia. Proses pembentukan dan pengeluaran asam urat perlu berlangsung secara seimbang agar kadarnya di dalam tubuh tetap berada dalam batas normal. Ketidakseimbangan proses tersebut dapat menyebabkan peningkatan kadar asam urat dalam darah atau hiperurisemia. Peningkatan kadar asam urat dapat terjadi akibat produksi asam urat yang berlebihan maupun berkurangnya ekskresi asam urat dari tubuh (Anggraini, 2022).

Kajian mengenai metabolisme asam nukleat menjadi penting karena prosesnya melibatkan berbagai jalur yang saling berkaitan, mulai dari biosintesis, penggunaan kembali, hingga katabolisme nukleotida. Pembahasan mengenai jalur-jalur tersebut tidak hanya diperlukan untuk memahami fungsi nukleotida dalam metabolisme sel, tetapi juga untuk memahami perubahan metabolisme yang dapat terjadi pada kondisi tertentu. Literatur yang tersedia membahas metabolisme purin dan pirimidin dari berbagai aspek sehingga diperlukan pengkajian yang mengintegrasikan informasi tersebut secara sistematis.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji metabolisme asam nukleat berdasarkan hasil studi pustaka dengan pendekatan deskriptif kualitatif, meliputi biosintesis nukleotida, jalur salvage, katabolisme purin, pembentukan asam urat, metabolisme pirimidin, serta regulasi dan keterkaitannya dengan kondisi biologis.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka (literature review) dengan pendekatan deskriptif kualitatif. Data yang digunakan berupa informasi dari artikel ilmiah yang membahas metabolisme asam nukleat, khususnya metabolisme nukleotida, purin, dan pirimidin. Literatur yang digunakan terdiri atas jurnal nasional dan internasional yang dipilih berdasarkan kesesuaian topik dengan tujuan kajian.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi dan menelaah artikel yang membahas biosintesis nukleotida, jalur *de novo*, jalur salvage, katabolisme purin, pembentukan asam urat, serta metabolisme pirimidin. Informasi yang relevan dari setiap artikel dicatat dan dikelompokkan berdasarkan topik pembahasannya.

Data yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan dan menghubungkan informasi yang relevan dari setiap sumber. Hasil analisis disusun secara sistematis berdasarkan urutan proses metabolisme asam nukleat, mulai dari biosintesis nukleotida, metabolisme purin, katabolisme, pembentukan asam urat, hingga metabolisme pirimidin. Hasil kajian selanjutnya disajikan dalam bentuk uraian untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh mengenai metabolisme asam nukleat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Metabolisme Nukleotida

Nukleotida merupakan molekul yang memiliki peran penting dalam berbagai proses biologis. Selain menjadi komponen penyusun DNA dan RNA, nukleotida juga berfungsi dalam transfer energi dan berbagai reaksi metabolisme. Oleh karena itu, sel memerlukan mekanisme untuk menghasilkan, menggunakan, dan mempertahankan ketersediaan nukleotida sesuai dengan kebutuhan metaboliknya (Chandel, 2021).

Metabolisme nukleotida mencakup proses biosintesis dan degradasi yang berlangsung secara teratur. Biosintesis nukleotida dapat berlangsung melalui jalur *de novo*, yaitu pembentukan nukleotida dari prekursor metabolik, sedangkan komponen yang dihasilkan dari pemecahan nukleotida dapat digunakan kembali melalui jalur *salvage*. Kedua jalur tersebut membantu mempertahankan ketersediaan nukleotida di dalam sel (Chandel, 2021).

Metabolisme nukleotida juga mencakup kelompok purin dan pirimidin yang memiliki jalur pembentukan dan penguraian berbeda. Purin terdiri atas adenin dan guanin, sedangkan pirimidin terdiri atas sitosin, timin, dan urasil. Masing-masing kelompok mengalami rangkaian reaksi metabolisme yang menghasilkan bentuk nukleotida yang diperlukan untuk berbagai fungsi seluler (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

3.2 Biosintesis Purin De Novo

Biosintesis purin *de novo* merupakan proses pembentukan nukleotida purin dari prekursor metabolik melalui serangkaian reaksi enzimatik. Proses ini menghasilkan inosine monophosphate (IMP) sebagai prekursor utama untuk pembentukan nukleotida purin lainnya. IMP selanjutnya menjadi titik percabangan untuk pembentukan adenosine monophosphate (AMP) dan guanosine monophosphate (GMP) (Ayoub et al., 2024).

Pembentukan purin *de novo* diawali dengan pemanfaatan phosphoribosyl pyrophosphate (PRPP) sebagai prekursor ribosa fosfat. Selanjutnya, berbagai atom penyusun cincin purin ditambahkan secara bertahap melalui beberapa reaksi enzimatik hingga terbentuk IMP. Proses tersebut menunjukkan bahwa cincin purin dibangun secara bertahap selama jalur biosintesis berlangsung (Ayoub et al., 2024).

IMP yang telah terbentuk kemudian digunakan untuk menghasilkan AMP atau GMP. Pembentukan AMP dan GMP berlangsung melalui jalur yang berbeda dan melibatkan penggunaan prekursor serta sumber energi yang berbeda. Percabangan tersebut memungkinkan sel mengatur pembentukan masing-masing nukleotida sesuai dengan kebutuhan metaboliknya (Ayoub et al., 2024).

Secara umum, biosintesis purin merupakan bagian dari proses anabolisme nukleotida. Pembentukan nukleotida purin diperlukan karena AMP dan GMP selanjutnya dapat digunakan dalam berbagai proses seluler, termasuk sebagai komponen pembentuk asam nukleat. Jalur biosintesis tersebut berlangsung bersama dengan mekanisme metabolisme nukleotida lainnya untuk mempertahankan keseimbangan purin di dalam sel (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

3.3 Regulasi Biosintesis Purin

Biosintesis purin perlu dikendalikan agar jumlah nukleotida yang terbentuk sesuai dengan kebutuhan sel. Regulasi berlangsung pada beberapa tahap dalam jalur biosintesis dan melibatkan pengaruh substrat maupun produk metabolisme. Pengaturan tersebut membantu mencegah pembentukan nukleotida secara berlebihan dan mempertahankan keseimbangan metabolisme purin (Ayoub et al., 2024).

Salah satu karakteristik penting dalam biosintesis purin adalah adanya pengaturan terhadap aktivitas enzim pada tahapan tertentu. Produk yang dihasilkan pada jalur biosintesis dapat memberikan pengaruh terhadap aktivitas jalur sehingga pembentukan purin dapat disesuaikan dengan kebutuhan sel. Selain regulasi enzimatik, pembentukan purin juga berkaitan dengan pembentukan struktur

multiprotein yang disebut purinosome, yang berhubungan dengan pengaturan dan efisiensi biosintesis purin (Ayoub et al., 2024).

3.4 Jalur Salvage Purin

Jalur salvage purin merupakan mekanisme penggunaan kembali basa purin atau nukleosida yang dihasilkan dari proses pemecahan nukleotida. Melalui jalur ini, komponen purin yang masih tersedia dapat dimanfaatkan kembali untuk membentuk nukleotida sehingga sel tidak selalu harus melakukan sintesis purin melalui jalur *de novo*. Jalur salvage dengan demikian menjadi salah satu mekanisme penting dalam mempertahankan ketersediaan nukleotida purin di dalam sel (Camici et al., 2023).

Pada manusia, metabolisme purin melalui jalur salvage melibatkan penggunaan kembali basa purin tertentu untuk menghasilkan nukleotida. Proses tersebut bergantung pada aktivitas enzim yang menghubungkan kembali basa purin dengan komponen ribosa fosfat. Gangguan pada enzim yang terlibat dalam jalur salvage dapat menyebabkan perubahan keseimbangan metabolisme purin dan berkontribusi terhadap terjadinya kelainan metabolisme purin (Camici et al., 2023).

3.5 Katabolisme Purin

Katabolisme purin merupakan proses penguraian nukleotida purin menjadi senyawa yang lebih sederhana. Nukleotida purin yang tidak lagi digunakan oleh sel dapat mengalami serangkaian reaksi degradasi. Pada manusia, proses tersebut pada akhirnya menghasilkan asam urat sebagai produk akhir utama katabolisme purin (Camici et al., 2023).

AMP dan GMP mengalami jalur penguraian yang berbeda sebelum menghasilkan produk akhir katabolisme purin. Senyawa antara yang terbentuk dalam proses tersebut kemudian mengalami reaksi lanjutan hingga menghasilkan hipoksantin dan xantin. Xantin selanjutnya mengalami oksidasi menjadi asam urat melalui aktivitas enzim xanthine oxidoreductase (Camici et al., 2023).

3.6 Pembentukan Asam Urat

Asam urat merupakan produk akhir utama dari katabolisme purin pada manusia. Pembentukannya berkaitan dengan penguraian basa purin yang berasal dari nukleotida. Dalam proses tersebut, hipoksantin diubah menjadi xantin dan selanjutnya xantin diubah menjadi asam urat. Dengan demikian, pembentukan asam urat merupakan bagian akhir dari rangkaian katabolisme purin (Camici et al., 2023).

Kadar asam urat dalam tubuh dipengaruhi oleh keseimbangan antara jumlah asam urat yang terbentuk dan jumlah yang dikeluarkan. Asam urat terutama dikeluarkan melalui ginjal sehingga perubahan proses produksi maupun ekskresinya dapat memengaruhi kadar asam urat dalam darah (Anggraini, 2022).

3.7 Hiperurisemia dan Gangguan Metabolisme Purin

Hiperurisemia merupakan kondisi ketika kadar asam urat dalam darah mengalami peningkatan. Kondisi tersebut dapat disebabkan oleh peningkatan produksi asam urat, penurunan ekskresi, atau kombinasi dari kedua mekanisme tersebut. Gangguan keseimbangan tersebut menunjukkan adanya hubungan antara metabolisme purin dengan pengaturan kadar asam urat dalam tubuh (Anggraini, 2022).

Selain faktor metabolisme, kadar asam urat juga dapat dipengaruhi oleh aktivitas fisik. Kajian yang dilakukan melalui meta-analisis menunjukkan bahwa aktivitas fisik dapat berhubungan dengan perubahan kadar asam urat pada penderita hiperurisemia. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengelolaan kadar asam urat tidak hanya berkaitan dengan proses metabolisme purin, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor fisiologis lainnya (Harahap et al., 2023).

Gangguan metabolisme purin juga dapat terjadi akibat perubahan pada jalur salvage dan katabolisme. Perubahan pada proses tersebut dapat menyebabkan akumulasi atau kekurangan metabolit tertentu sehingga keseimbangan metabolisme purin terganggu. Kelainan metabolisme purin karena gangguan pada jalur salvage maupun katabolisme menunjukkan pentingnya regulasi setiap tahapan dalam mempertahankan metabolisme purin secara normal (Camici et al., 2023).

3.8 Metabolisme Pirimidin

Pirimidin merupakan kelompok basa nitrogen yang terdiri atas sitosin, timin, dan urasil. Nukleotida pirimidin memiliki peran penting sebagai penyusun DNA dan RNA sehingga pembentukan dan penguraiannya merupakan bagian penting dari metabolisme asam nukleat. Metabolisme pirimidin mencakup proses biosintesis, penggunaan nukleotida, serta degradasi senyawa pirimidin (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

Biosintesis pirimidin berlangsung melalui serangkaian reaksi yang menghasilkan nukleotida pirimidin. Salah satu produk penting dalam jalur tersebut adalah uridine monophosphate (UMP), yang selanjutnya dapat digunakan untuk membentuk nukleotida pirimidin lainnya. Berbeda dengan biosintesis purin yang membangun cincin purin secara bertahap pada prekursor ribosa fosfat, biosintesis pirimidin membentuk cincin pirimidin terlebih dahulu sebelum digabungkan dengan komponen ribosa fosfat (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

Metabolisme pirimidin juga mencakup metabolisme ribonukleosida. Pada organisme tertentu, jalur tersebut berkaitan dengan pemanfaatan senyawa pirimidin untuk memenuhi kebutuhan metabolisme sel. Kajian mengenai spesies *Pseudomonas* menunjukkan adanya jalur biosintesis pirimidin dan metabolisme ribonukleosida yang mendukung kebutuhan organisme terhadap senyawa nukleotida (West, 2023).

3.9 Metabolisme Pirimidin pada Organisme Lain

Jalur metabolisme nukleotida dapat memiliki karakteristik yang berbeda antarorganisme. Perbedaan tersebut dapat terlihat pada jenis jalur yang digunakan untuk memperoleh purin dan pirimidin serta kemampuan organisme dalam memanfaatkan kembali komponen nukleotida.

Salah satu contoh terdapat pada *Plasmodium falciparum*, organisme penyebab malaria. Metabolisme nukleotida pada organisme tersebut melibatkan purine salvage pathway dan jalur biosintesis pirimidin. Keberadaan jalur tersebut penting karena nukleotida diperlukan untuk mendukung berbagai proses seluler parasit. Perbedaan karakteristik metabolisme antara parasit dan manusia juga menyebabkan jalur metabolisme tertentu dapat dipertimbangkan sebagai target dalam pengembangan obat antimalaria (Sundari, 2001).

3.10 Keterkaitan Metabolisme Purin dan Pirimidin

Metabolisme purin dan pirimidin merupakan bagian dari sistem metabolisme nukleotida yang berfungsi mempertahankan ketersediaan bahan untuk pembentukan DNA dan RNA. Keduanya memiliki jalur biosintesis dan degradasi yang berbeda,

tetapi sama-sama dipengaruhi oleh kebutuhan sel terhadap nukleotida (Chandel, 2021).

Pada metabolisme purin, nukleotida dapat dibentuk melalui jalur *de novo*, digunakan kembali melalui jalur *salvage*, kemudian mengalami katabolisme apabila tidak lagi diperlukan. Pada manusia, proses katabolisme purin berkaitan dengan pembentukan asam urat (Camici et al., 2023). Sementara itu, metabolisme pirimidin melibatkan pembentukan UMP dan nukleotida pirimidin lainnya serta metabolisme ribonukleosida pada organisme tertentu (West, 2023).

Perbedaan jalur tersebut menunjukkan bahwa metabolisme purin dan pirimidin memiliki karakteristik masing-masing, tetapi keduanya tetap berada dalam satu sistem yang berfungsi memenuhi kebutuhan nukleotida sel. Keseimbangan antara pembentukan, penggunaan, penggunaan kembali, dan penguraian nukleotida menjadi bagian penting dalam mempertahankan metabolisme asam nukleat (Henggu & Nurdiansyah, 2022).

3.11 Sintesis Hasil Literature Review

Berdasarkan hasil kajian terhadap literatur yang digunakan, metabolisme asam nukleat berlangsung melalui beberapa proses yang saling berkaitan, yaitu biosintesis, penggunaan kembali, dan katabolisme nukleotida. Biosintesis menyediakan nukleotida yang diperlukan sel, sedangkan jalur *salvage* memungkinkan komponen purin yang tersedia untuk digunakan kembali. Katabolisme berperan dalam menguraikan nukleotida yang tidak lagi diperlukan sehingga keseimbangan metabolisme tetap dapat dipertahankan (Chandel, 2021).

Pada metabolisme purin, jalur *de novo* menghasilkan IMP yang kemudian menjadi prekursor pembentukan AMP dan GMP. Jalur tersebut dikendalikan melalui mekanisme regulasi agar pembentukan nukleotida sesuai dengan kebutuhan sel (Ayoub et al., 2024). Selain jalur *de novo*, komponen purin juga dapat digunakan kembali melalui jalur *salvage*. Gangguan pada jalur *salvage* maupun katabolisme dapat menyebabkan perubahan metabolisme purin dan berhubungan dengan berbagai kelainan metabolik (Camici et al., 2023).

Katabolisme purin pada manusia berakhir pada pembentukan asam urat. Ketidakseimbangan antara pembentukan dan pengeluaran asam urat dapat menyebabkan hiperurisemia (Anggraini, 2022). Faktor lain seperti aktivitas fisik juga dapat berhubungan dengan perubahan kadar asam urat sehingga metabolisme purin dapat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis tubuh (Harahap et al., 2023).

Sementara itu, metabolisme pirimidin memiliki jalur biosintesis dan metabolisme ribonukleosida yang berbeda dari purin. Kajian pada *Pseudomonas* menunjukkan adanya jalur biosintesis pirimidin yang mendukung kebutuhan organisme terhadap nukleotida (West, 2023). Contoh lain pada *Plasmodium falciparum* menunjukkan pentingnya *purine salvage pathway* dan biosintesis pirimidin bagi organisme tersebut (Sundari, 2001).

Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa metabolisme asam nukleat merupakan sistem yang terintegrasi. Jalur biosintesis, *salvage*, dan katabolisme tidak berdiri sendiri, tetapi bekerja untuk mempertahankan ketersediaan dan keseimbangan nukleotida. Perbedaan karakteristik jalur metabolisme antarorganisme juga menunjukkan bahwa metabolisme nukleotida memiliki peran yang luas dalam sistem biologis.

4. KESIMPULAN

Metabolisme asam nukleat merupakan rangkaian proses yang mencakup biosintesis, penggunaan kembali, dan katabolisme nukleotida purin dan pirimidin. Biosintesis purin de novo menghasilkan IMP yang menjadi prekursor AMP dan GMP, sedangkan jalur salvage memungkinkan komponen purin digunakan kembali. Katabolisme purin pada manusia menghasilkan asam urat sebagai produk akhir sehingga gangguan keseimbangannya dapat berkaitan dengan hiperurisemia.

Metabolisme pirimidin memiliki jalur biosintesis dan metabolisme yang berbeda dari purin, tetapi keduanya memiliki fungsi penting dalam menyediakan nukleotida untuk kebutuhan sel. Kajian terhadap organisme lain juga menunjukkan adanya karakteristik jalur metabolisme yang berbeda, seperti pemanfaatan purine salvage pathway pada *Plasmodium falciparum*. Secara keseluruhan, metabolisme asam nukleat merupakan sistem yang saling terintegrasi antara pembentukan, penggunaan, penggunaan kembali, dan penguraian nukleotida untuk mempertahankan keseimbangan metabolisme sel.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D. (2022). Aspek klinis hiperurisemia. *Scientific Journal*, 1(4), 301-310. <https://doi.org/10.56260/sciena.v1i4.59>
- Ayoub, N., Gedeon, A., & Munier-Lehmann, H. (2024). A journey into the regulatory secrets of the de novo purine nucleotide biosynthesis. *Frontiers in Pharmacology*, 15, 1329011. <https://doi.org/10.3389/fphar.2024.1329011>
- Camici, M., Garcia-Gil, M., Allegrini, S., Pesi, R., Bernardini, G., Micheli, V., & Tozzi, M. G. (2023). Inborn errors of purine salvage and catabolism. *Metabolites*, 13(7), 787. <https://doi.org/10.3390/metabo13070787>
- Chandel, N. S. (2021). Nucleotide metabolism. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 13(7), a040592. <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a040592>
- Harahap, A. M., Dhiba, F., Priawan, I., & Wasni, N. Z. (2023). Mekanisme aktivitas fisik *Fast Interval Training* sebagai penatalaksanaan penurunan kadar asam urat pada penderita hiperurisemia: Meta analisis-review. *Jurnal Pedagogik Olahraga*, 9(1), 43-51. <https://doi.org/10.24114/jpor.v9i1.46587>
- Henggu, K. U., & Nurdiansyah, Y. (2022). Review dari metabolisme karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, 3(2), 9-17. <https://doi.org/10.33059/jq.v3i2.5688>
- Sundari, S. (2001). Pengobatan malaria melalui target enzim. *Mutiara Medika: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 1(2), 47-54. <https://doi.org/10.18196/mmjkk.v1i2.1905>
- West, T. P. (2023). Pyrimidine biosynthesis and ribonucleoside metabolism in species of *Pseudomonas*. *Fermentation*, 9(11), 955. <https://doi.org/10.3390/fermentation9110955>